



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110531791 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910788033.X

(22)申请日 2019.08.25

(71)申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市碑林区友谊西路127号

(72)发明人 谢松云 徐召 周柳智 孟雅 段绪

(51)Int.Cl.

G05D 3/12(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

G05D 1/02(2006.01)

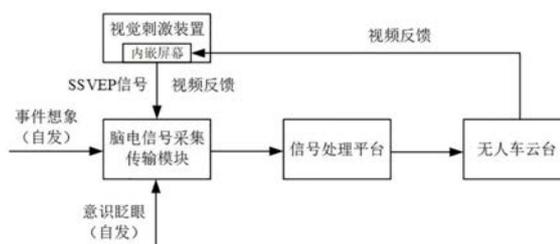
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

多指令集下脑机一体化的目标侦查无人车

(57)摘要

本发明公开了一种多指令集下脑机一体化的目标侦查无人车方法,涉及脑机交互研究领域。该方法的具体步骤为:一、双手控制指令集4个,用于实现无人车的前、后、左、右的运动;二、在双手已被占用的情况下,使用视觉稳态诱发信号控制无人车云台摄像头进行左右俯仰四个自由度的控制;三、使用事件想象脑电信号控制无人车云台摄像头焦距伸、缩或静止,将目标在屏幕上放大或缩小;四、使用连续眨眼信号控制无人车云台摄像头在变焦与左右俯仰转动之间的模式切换以及对视频图像截屏;共实现11个指令集的目标侦查无人车智能控制方法。



1. 一种脑控与无线遥控结合的目标智能侦查技术,其特征在于:

(1) 采用无线遥控技术,用双手控制无人车的运动;

(2) 在双手已被占用的情况下,利用脑控技术控制摄像装置,对目标进行快速侦察。

2. 基于权利要求1的目标智能侦查技术,其特征在于:

使用视觉稳态诱发信号控制无人车云台摄像头进行左右俯仰四个自由度的控制,无人车在行驶过程中,云台摄像头同时改变侦察视角。

3. 基于权利要求1的目标智能侦查技术,其特征在于:

使用事件想象技术的脑电信号快速控制摄像头的变焦,以利于发现和进一步细致地观察目标。

4. 基于权利要求1的目标智能侦查技术,其特征在于:

使用连续眨眼信号控制云台摄像头在变焦与左右俯仰转动之间的模式切换以及对视频图像截屏。

5. 根据权利要求1所述无人车目标侦察智能控制方法,其特征在于:

使用手控无人车的同时使用脑电信号控制云台摄像头,实现车在行驶的同时,云台摄像头根据大脑的需求,改变视角和焦距,实现搜索与侦察。

多指令集下脑机一体化的目标侦查无人车

技术领域

[0001] 本发明属于脑机一体化研究领域,涉及了多指令集下脑机一体化无人车目标搜索技术。

背景技术

[0002] 利用无人车进行目标侦查在战场、受灾地区、勘探等场景有着广泛的应用。由于受灾地区、勘探场景地势复杂,而在战场中,无人车需要伪装、躲避,因此操控人员需要双手操作操控感,对无人车的运动轨迹进行精准控制,以防无人车卡塞、翻车、暴露。无人车在以上场景中行进的最大目的是对目标的侦察、获取与识别,因此还要求无人车在运动过程中同时不断调整无人车云台的角度与云台焦距的伸缩,以便将目标呈现在回传视频的最中央并调整至最清晰尺寸。本发明公开的新型目标侦查无人车智能控制系统以脑机一体化技术为核心,用来解决无人车操控人员在双手被遥控装置占用时,无法对目标的侦察与获取进行及时发现与操作的难题,提出了在双手控制车辆运动的同时,利用脑机一体化技术控制无人车云台进行侦察和获取,从而实现多指令集的同时操控。

[0003] 脑机一体化是神经科学与工程科学的交叉领域,它强调大脑与计算机之间的相互作用,该技术实时的记录大脑头皮的生物电信号,并用其直接控制外部设备而不需要神经和肌肉参与。在新型脑机一体化控制系统中,利用操控人员对外部设备进行脑控是十分重要的组成部分之一。本专利提出了基于事件想象的意识任务范式,其中所涉及的事件包括但不限于抓取、手指、交通工具、运动等,该范式能够诱发出明显的EEG特征。在脑机一体化控制回路中,操控人员利用眨眼所诱发的肌电信号进行高准确度的控制是常用方法之一。

[0004] 本发明旨在实现手控与脑控的结合,充分发挥人的潜力,实现高效的智能侦察和搜索。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种新型目标侦查无人车智能控制的方法与技术。多指令集下的无人车云台脑机一体化系统能够在操控人员双手控制无人车运动的同时解码被试的主观意愿,实现利用大脑神经信号控制无人车云台的功能。系统通过脑电采集仪实时采集操控人员的EEG,在信号处理平台对EEG进行特征提取与模式识别,最终通过外部设备驱动模块实现对无人车云台的控制。

[0006] 本发明通过如下技术方案实现:

[0007] 一、目标侦查无人车脑机一体化智能控制系统,硬件部分包括脑电信号采集传输模块,视觉刺激装置,无人车云台。系统硬件框图如图1所示。

[0008] 1) 脑电信号采集传输模块

[0009] 用于采集事件想象EEG、视觉刺激诱发的稳态视觉诱发电位(Steady State Visual Evoked Potential,SSVEP)以及意识眨眼EEG,EEG通过无线模块传输给信号处理平台;

[0010] 2) 视觉刺激装置

[0011] 该装置中央内嵌显示器用来显示无人车云台拍摄的画面,操控人员通过回传视频进行目标侦查。显示器四周嵌有LED闪烁光源以诱发出被试高质量的SSVEP;

[0012] 3) 无人车云台

[0013] 二、无人车脑机一体化智能控制方法,包括以下内容:

[0014] 操控人员可以利用脑机一体化技术控制无人车的前后左右及无人车云台摄像头进行左、右、俯、仰、放大、缩小、截图共11个自由度的运动。双手控制是最为熟悉可靠的控制方式,适合控制无人车的行驶方向;SSVEP信号诱发简单,响应速度快,适合无人车云台迅速发现锁定目标,因此用SSVEP信号控制无人车云台进行左右俯仰四个自由度的控制;事件想象脑电信号无需外界刺激,适合需要较长时间的精准控制,因此寻找到指定目标后,使用事件想象脑电信号控制无人车云台焦距伸、缩或静止,将目标在屏幕上放大或缩小。当操控人员眨眼时,EEG时域波形会表现出较大幅度的波动,将这一特征作为截屏信号,用于锁定疑似目标,进行进一步分析。无人车云台拍摄到的画面通过无线回传到操控人员面前的视觉刺激装置上,使其能够根据回传的画面改善自身的状态,构成控制闭环,进而更好的对无人车云台进行控制。具体控制方法如图2所示。

[0015] 本发明采用所述的多指令集下无人车云台脑机一体化系统,操控人员在双手控制无人车行进的同时,通过事件想象、视觉刺激、眨眼来诱发特征EEG,利用64导联无线脑电仪采集EEG数据,由脑机设备将EEG转化为操控指令,通过无线信道远程控制无人车云台运动,无线信道返回视频图像在操控计算机上显示。

[0016] 1) 视觉刺激技术

[0017] 实验开始时位于显示器上、左、下、右的四个LED闪烁光源以频率12.4Hz、16Hz、17.8Hz、20Hz闪烁(分别对应云台的仰、左、俯、右),被试根据要求每次注视其中的一个灯,将诱发出的枕区3个电极(O1, O2, O3)的EEG数据用 E_{SSVEP} 表示。本发明采用典型相关分析(canonical correlation analysis, CCA)方法对 E_{SSVEP} 进行分析识别。CCA方法可以获得两组变量之间的相关性,设两组变量为X和Y,CCA的目的是找到一对向量a和b,使之最大化 $x = a^T X$ 和 $y = a^T Y$ 之间的相关性,最大化问题可以用以下公式描述,

$$[0018] \quad \max_{a,b} \text{corr}(x,y) = \frac{a^T \text{cov}(X,Y)b}{\sqrt{a^T \text{cov}(X,Y)b} \sqrt{b^T \text{cov}(X,Y)b}}$$

[0019] 在该方法中, E_{SSVEP} 首先经过5-45Hz的带通滤波,其中5-45Hz包括了4个视觉刺激的基频和其一次谐波,滤波后三个导联的 E_{SSVEP} 分别与所有参考时间序列计算CCA系数。其中参考序列是一组特定频率的周期信号的傅里叶级数(其特定频率与4个LED的闪烁频率相同),由以下公式描述,

$$[0020] \quad Y_{f_i} = \begin{Bmatrix} \sin(2\pi f_i t) \\ \cos(2\pi f_i t) \\ \vdots \\ \sin(2\pi N_h f_i t) \\ \cos(2\pi N_h f_i t) \end{Bmatrix}$$

[0021] 其中 $N_h = 2$ 代表谐波的数量。取三个导联中CCA系数最大的导联作为特征,4个频率

所对应的最大特征为相对应的SSVEP频率。控制视频云台运动

[0022] 2) 事件想象技术

[0023] 被试结合自己熟悉的不同事件进行想象,所激发出的特征信号事件相关去同步(event-related desynchronization, ERD)在大脑顶区的分布位置及强度均不同,选择如何想象是决定想象运动信号质量的关键因素,本专利设计的特定想象根据不同被试的生活习惯,运动习惯所决定。两类想象任务可以分为四类:想象双手抓取、想象手指运动、想象操作某种交通工具(骑自行车、骑摩托车、驾驶汽车等)、想象某种运动(打篮球、打羽毛球、游泳等)。对于事件想象所诱发的ERD特征,运用基于完备信息的共空间模式方法(Complete Information Common Spatial Pattern, CI-CSP)进行分析识别,CI-CSP算法是一种结合共空间模式与高维特征降维方法的脑电特征提取方法。将诱发出的顶区10个电极(C3, C4, C1, C2, FC3, FC4, CP3, CP4, C5, C6)的EEG数据用 E_{ERS} 表示。首先对 E_{ERS} 进行公共均值参考法(common average reference, CAR)进行空域滤波,再进行5-25Hz带通滤波,该步骤的目的在于滤除无用噪声提高EEG信号的信噪比。将 E_{ERS} 按类别分为两类,用 E_{ERS1} 和 E_{ERS2} 来表示,CI-CSP算法的目的是最大化其中一类能量的同时最小化另一类的能量。计算 E_{ERS1} 和 E_{ERS2} 的归一化协方差矩阵之和 R_c ,也就是两类样本集在初始N维空间中各个方向的能量分布;对 R_c 进行奇异值分解和白化,从而得到两类EEG能量最集中的方向;构造首尾特征向量矩阵 B_1 和中间特征向量矩阵 B_2 以及生成新的包含首尾特征和中间特征的高维特征矩阵,求出相应的特征向量,最后首尾特征向量与中间特征向量组合成完备特征向量 F ;CI-CSP算法提取非显著导联能量特征信息后,将非显著导联能量特征信息与显著导联能量特征信息进行特征二者融合成完备特征信息。

$$[0024] \quad \begin{cases} F_1 = [\lambda'_{11} \ \omega'_{21}] \\ F_2 = [\lambda'_{12} \ \omega'_{22}] \\ F = [F_1; F_2] \end{cases}$$

[0025] 取完备信息特征 F 进行分类,分类方法采用支持向量机(support vector machine, SVM)方法,SVM判别出的类别数分别对应视频云台的焦距远或进的调整。

[0026] 3) 眨眼技术

[0027] 当脑电采集仪收到一个数据包后,提取前额叶导联Fp2的数据 EEG_{blink} ,对数据进行0.5-20Hz的频率带通滤波。本专利采用统计一个数据包时间内 EEG_{blink} 的波峰个数的方法判断来判断被试是否眨眼,在操控人员真实实验中,增加波峰的高度和间隔作为限制条件,来增加判别的准确率。若计算机判断为“是”,则执行模式切换及视频图像截屏命令。

[0028] 本发明将多指令集下脑机一体化技术运用在目标侦查无人车的智能控制中,与现有技术相比,本发明具有如下优点和有益效果:

[0029] 1) 任务完成率

[0030] 目前的脑机一体化系统在使用时都要求操控人员尽量保持静止以避免肌电等噪声干扰,尤其是基于事件想象的脑机一体化系统,在操作过程中会严重受到双手实际运动的干扰。而本文在线实验所采用的通过EEG控制云台摄像头运动,通过双手控制无人车运动的方式获得了93%的任务完成率。这说明了本系统在真正意义上解放了操控人员的双手,在脑控的同时能够使用双手对设备进行其他操作,在一定程度上证明了由事件想象的脑机

一体化技术采集到脑电信号受噪声影响小,具有较高的稳定性和抗干扰性。

[0031] 2) 系统响应时间

[0032] 脑机一体化系统可以被视为一种特殊的通讯系统,它的响应时间是系统对操控人员EEG输入和指令发送做出反应的时间。多种模式诱发下的无人车云台脑机一体化系统响应时间仅为1秒,低于国际上普遍想象时间的3秒,系统响应时间大大减小,实时性得到提高。

附图说明

[0033] 图1为多指令集下脑机一体化目标搜索无人车的系统框架;

[0034] 图2为无人车云台的脑机一体化控制方法;

具体实施方式

[0035] 以下结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0036] 本发明通过采集操控人员在执行事件想象、视觉刺激和眨眼时所诱发的特征EEG,经过模式识别后,作为侦查无人车的云台的控制指令,操控人员可以同时利用人类的正常通路双手来控制无人车的行进。其中视觉刺激诱发的SSVEP用来控制无人车云台左,右,俯,仰运动,用以快速寻找目标;事件想象激发的ERD用来寻找到指定目标后,控制无人车云台焦距伸缩,将目标在屏幕上放大或缩小;眨眼激发的EEG用来控制云台截图,并传递给操作室进行进一步识别。

[0037] 本发明设计了一种利用脑机一体化技术控制无人车进行目标侦察的实验。操控人员佩戴博瑞康公司的64导联无线脑电采集仪,坐/立于室内,可平视显示器周围的LED灯。EEG的采样率为1000Hz,参考电极为Cz;被试平视该装置并距其60cm,看LED灯时的视角约为5°。上左下右四个位置的LED灯闪烁频率均不同,分别用于诱发不同频率的SSVEP,LED闪烁的亮-暗占空比均为50/50。为了验证系统的可靠性,设计了用无人车云台捕捉目标物品的任务,操控人员用EEG控制云台摄像头运动,通过双手控制无人车的行进,云台捕捉到目标物品并进行放大后截图即视为任务成功。

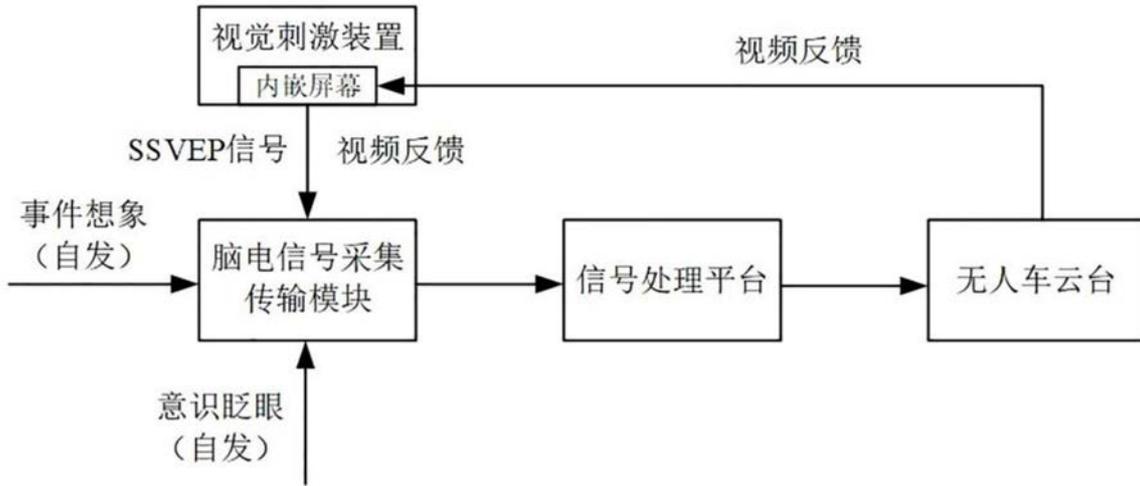


图1

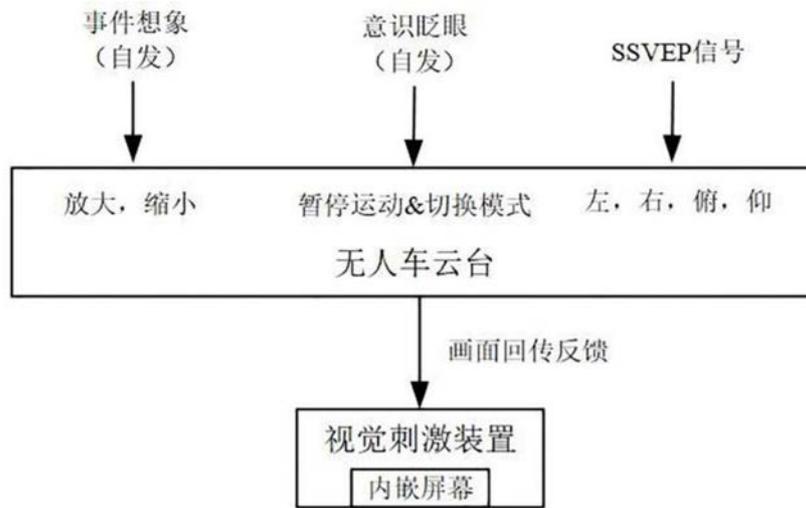


图2

专利名称(译)	多指令集下脑机一体化的目标侦查无人车		
公开(公告)号	CN110531791A	公开(公告)日	2019-12-03
申请号	CN201910788033.X	申请日	2019-08-25
[标]申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	西北工业大学		
[标]发明人	谢松云 徐召 孟雅 段绪		
发明人	谢松云 徐召 周柳智 孟雅 段绪		
IPC分类号	G05D3/12 A61B5/00 A61B5/0476 G05D1/02		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/7225 G05D1/0276 G05D3/12 G05D2201/0212		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种多指令集下脑机一体化的目标侦查无人车方法，涉及脑机交互研究领域。该方法的具体步骤为：一、双手控制指令集4个，用于实现无人车的前、后、左、右的运动；二、在双手已被占用的情况下，使用视觉稳态诱发信号控制无人车云台摄像头进行左右俯仰四个自由度的控制；三、使用事件想象脑电信号控制无人车云台摄像头焦距伸、缩或静止，将目标在屏幕上放大或缩小；四、使用连续眨眼信号控制无人车云台摄像头在变焦与左右俯仰转动之间的模式切换以及对视频图像截屏；共实现11个指令集的目标侦查无人车智能控制方法。

